

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

**Fakulta bezpečnostního inženýrství**



**Využití informačních technologií při analýze rizik  
a v krizovém plánování**

*Using of information technologies in risk analysis  
and crisis planning*

**Ing. Pavel Dobeš**

**Vědecké spisy Fakulty bezpečnostního inženýrství**

**Edice: Autoreferáty disertačních prací**

**2011**

**Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava**

Fakulta bezpečnostního inženýrství

## **VYUŽITÍ INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ PŘI ANALÝZE RIZIK A V KRIZOVÉM PLÁNOVÁNÍ**

Ing. Pavel DOBEŠ

*Autoreferát disertační práce*

Školící pracoviště: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava,  
Fakulta bezpečnostního inženýrství,

Laboratoř výzkumu a managementu rizik 023

Školitel: prof. RNDr. Pavel DANIHELKA, CSc.

Studijní program: M3908 Požární ochrana a průmyslová bezpečnost

Studijní obor: 3908V004-00 Požární ochrana a bezpečnost průmyslu

Oponenti:

doc. Ing. Josef JANOŠEC, CSc.

GR HZS ČR, Institut ochrany obyvatelstva, Lázně Bohdaneč

doc. Ing. Rapant Petr, CSc.

VŠB-TUO, Hornicko-geologická fakulta, Institut geoinformatiky

prof. Ing. Vladimír KLABAN, CSc.

Rašínova vysoká škola s.r.o.

Ostrava, 2011

## **Abstrakt:**

Přenosy energie, látek a informací tvoří podstatu vzájemných interakcí mezi různými typy rizik vyskytujících se při havarijních respektive krizových situacích. Vzhledem ke komplexnosti reálných dějů při těchto nežádoucích situacích lze identifikovat celou řadu kombinovaných, přírodně-technologických rizik, které různou měrou ohrožují člověka, jeho majetek a často také složky životního prostředí. Pro předpovídání výskytu a odhad následků jednotlivých typů rizik existuje množství metod a matematických modelů.

V rámci disertační práce byly navrženy dva podpůrné nástroje pro krizové plánování v resortu životního prostředí, tvořící základ pro identifikaci a hodnocení vybraných kombinovaných rizik na území České republiky, včetně vedení evidence zdrojů ohrožení (rizik) v kompetenci Ministerstva životního prostředí pomocí geografického informačního systému. Kombinovaná rizika byla studována na historických událostech a následně simulována na zvoleném příkladu k návrhu metodického pokynu. Pro zajištění kompatibility navržených nástrojů s podobnými projekty byla provedena řada rešerší zaměřených na možnosti analýz kombinovaných rizik v území, včetně využití informačních technologií v krizovém plánování a řízení.

Problematika kombinovaných rizik vznikajících při krizových situacích nebyla v ČR dosud příliš systematicky řešena. Disertační práce je příspěvkem v rámci: (a) návrhu metodického pokynu pro identifikaci a hodnocení kombinovaných rizik přírodních katastrof a závažných havárií; (b) systematického shrnutí a uspořádání aktuálního stavu řešené problematiky, včetně sestavení udržitelného přehledu vybraných zdrojů ohrožení v kompetenci MŽP jako základu pro další analýzy ohrožení. Pro badatele v oblasti požárně-bezpečnostních věd toto představuje i nadále aktuální výzvy.

## **Klíčová slova:**

Kombinovaná rizika, analýza rizik, metodický pokyn, informační technologie, GIS, environmentální krize, krizové plánování.

## **Abstract:**

Transmissions of energy, substances and informations are the principle of mutual interactions between different types of risks occurring at accidental or crisis situations. According to complexity of real phenomena during these unwanted situations, many combined natural and technological risks could be identified. These risks poses different level of threat for human, his property and often also for parts of the Environment. For occurrence prediction and effect estimation of particular risks exist huge quantity of methodologies and mathematical models.

In the frame of this dissertation, two support tools for emergency planning in environmental resort were proposed. These tools represents the basis for identification and assessment of selected combined risks within the area of Czech republic, including evidence of dangerous sources (risks) within competence of the Ministry of the environment by geographic information system. Combined risks were studied on historical events by means of several approaches (black-box method, correlation matrix, spatial simulation in GIS). Several literature searches were done on possibilities of combined risk analysis, including using of information technologies in crisis planning and management for ensuring the compatibility of system.

Issues of combined risks emerging during emergency situations was not much solved in Czech republic recently. This dissertation is meant as a contribution to: (a) proposal of guideline for identification and assessment of combined risks of natural disasters and major accidents; (b) systematic summary and adjustment of present state in solved problem, including development of sustainable survey of selected sources of danger (risk) in competence of the Ministry of the environment as a basis for further risk analysis in the future. These are very recent challenges in the area of fire-safety sciences.

## **Keywords:**

Combined risks (hazards), analysis, methodology, information technology, GIS, environmental crisis, planning, management.

## **OBSAH**

1. Úvod .....	6
2. Cíle a metody disertační práce.....	8
3. Současný stav problematiky .....	11
3.1. Specifikace a příspěvek k základním principům analýzy KOMBR .....	11
3.2. Metody využívané pro zjištění distribuce obyvatel v území ....	13
4. Návrh metodického pokynu pro identifikaci a hodnocení kombinovaných rizik přírodních katastrof a závažných havárií .....	15
5. Návrh a realizace studie Databáze zdrojů rizik (DZR) pro krizový plán MŽP .....	22
6. Stručné shrnutí přínosu disertační práce.....	27
7. Literatura .....	28
8. Vybrané publikace autora související s řešením disertační práce .....	28

## 1. ÚVOD

Primárním účelem informačních a komunikačních technologií (dále ICT) je pomáhat člověku v každodenním životě a usnadňovat mu jeho práci. Stejnou roli by měly plnit ICT a na ně navazující metodické nástroje také v požárně-bezpečnostním inženýrství.

Všeobecně známá pozitiva (možnosti simulace reálných situací, vylepšené možnosti správy a aktualizace, interoperabilita, výpočetní možnosti, širší a rychlejší komunikace, navigace atd.) využití ICT jsou již řadu let efektivním přínosem jak pro analýzu rizik, tak pro havarijní a krizové plánování a řízení, kdy ICT přispívají svým dílem ke zvyšování bezpečnosti obyvatel a životního prostředí. Uplatnění ICT nacházejí také při prevenci, řešení a zmírňování následků krizí.

Vhodnou motivaci pro hledání nových způsobů uplatnění ICT při analýze rizik a krizovém plánování nabídl například počátek zprávy mezinárodního projektu ARMONIA, řešeného za podpory Evropského společenství v rámci 6. Rámcového programu vědy a vývoje, v rozmezí let 2005 až 2006, v části „Udržitelný rozvoj, globální změna a ekosystémy“, kde se uvádí následující:

„Obecně se očekává, že během 21. století bude pokračovat nárůst lidské populace a s tím také nárůst zranitelnosti území měst. Zároveň s tím pravděpodobně poroste četnost výskytu extrémních projevů počasí v souvislosti s dopady regionálních změn klimatu. To povede k častějšímu a intenzivnějšímu výskytu hydro-meteorologických rizik v lokálním i globálním měřítku, přičemž:

- Zranitelnost se bude zvyšovat, pokud nebude dosaženo významného pokroku v připravenosti na výskyt katastrof, zlepšení stávajících standardů pro výstavbu měst a územní plánování. Zvláště rapidní růst měst bude znamenat další zvyšování zranitelnosti obyvatel a jejich majetku vůči všem typům katastrof.

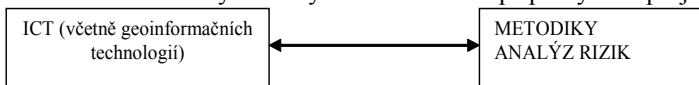
- Dopad extrémních jevů počasí se bude dále zvyšovat, a to jak v oblasti Středozemního moře, tak v Severní a Střední Evropě.

- Závažnou překážkou pro efektivní regionální strategii snižování následků katastrof je skutečnost, že Evropský prostor je správně rozdělen mezi mnoho států, s různou legislativou, ačkoliv Evropská Unie podporuje akce a zájmy směřující k překonání tohoto problému.

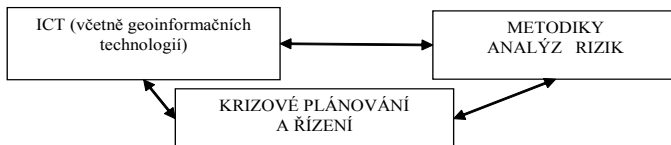
Dále lze říci, že geofyzikální a hydro-meteorologické katastrofy sdílejí některé společné rysy a vlastnosti, naopak přírodou a člověkem vyvolané události a výzvy (v zemědělství, lesním a vodním hospodářství, průmyslu, dopravě, atd.) mají a budou mít různý dopad na region Evropy.“

Pomocí hardware (počítačů, superpočítačů, sítí) a software (programového vybavení tvořeného algoritmy a základním kódem) jsou zaznamenávány a počítány všemožné entity (například zdroje rizik, zranitelné cíle, hmotné prostředky k řešení krizových situací, atd.). S pomocí existujících matematicko fyzikálních modelů jsou zpracovávány analýzy různých typů rizik (následky úniku nebezpečné chemické látky, následky povodní, sesuvů, následky jaderných havárií, ...).

Zkušenosti posledních desetiletí ukazují na úzké propojení ICT a metodik pro analýzu rizik. Jinými slovy, že je účelné využívat ICT pro větší efektivitu metodik analýz rizik a naopak implementovat vhodné metody a metodiky analýzy rizik při používání ICT (včetně geoinformačních). Namátkou lze zmínit například analýzy rizik kritické informační infrastruktury či analýzu rizika ve fázi přípravy ICT projektu.



V posledním desetiletí se ukazuje praktickým také následující propojení, na které jsou různými vztahy napojeny další procesy krizového plánování a řízení.



Vzhledem k široce zaměřenému názvu práce a s ohledem na dosavadní vzdělání a aktuální možnosti spolupráce s Ministerstvem životního prostředí ČR (dále jen MŽP) se autor rozhodl v disertaci věnovat především novým možnostem aplikace ICT v krizovém plánování a související analýze rizik, včetně návrhu nových metodických postupů a zpracování související dokumentace.

## 2. CÍLE A METODY DISERTAČNÍ PRÁCE

Užší zaměření tématu vyplynulo z dlouhodobé aktivní spolupráce s oddělením bezpečnosti a krizového řízení MŽP na návrhu a pravidelné inovaci vybraných částí Krizového plánu MŽP, včetně příloh a podpůrných materiálů.

Při započetí práce v roce 2004 již existovala řada snah o vytvoření nástrojů pro analýzu rizik a krizové plánování / řízení (jmenovitě krizové plány na resortní úrovni), žádné z ministerstev však ještě ucelené konkrétní výstupy nemělo, respektive je nezveřejnilo. Rovněž zajímavé problematice identifikace a analýzy kombinací krizových rizik nebyla v té době v ČR věnována systematická pozornost. Většina rizik byla v první řadě řešena především samostatně, bez ohledu na případné souvislosti. Realita je přitom často tvořena komplexními a kombinovanými jevy. Skutečné krizové situace v některých případech nelze předcházet či čelit pomocí analýzy a hodnocení jediného rizika.

Na počátku výše zmíněné spolupráce byla specifikována řada problémů k řešení, ze kterých byly pro naplnění tématu této disertace vybrány zejména dva následující:

- Jakým způsobem provádět analýzy ohrožení a v rámci prevence podle zvláštních právních předpisů odstraňovat nedostatky, které by mohly vést ke vzniku krizové situace?
- Jak splnit jednu z povinností ministerstva plynoucí ze zákona č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení ve znění p.p., kterou je dle § 9 vedení přehledu o možných zdrojích rizik? Na tuto povinnost volně navazuje například poskytování podkladů jiným ministerstvům a úřadům, a také zajištění poradenství vyplývající z působnosti MŽP na základě vyžádání jiného ministerstva.

V průběhu zpracování disertační práce postupně vyšlo najevo, že autorovi nezbývá z titulu jeho vědeckého zaměření příliš možností přispět k rozvoji vědního oboru v oblasti ICT. Autor se v průběhu postgraduálního studia zabýval především možnostmi identifikace, analýzy a hodnocení přírodních a technologických rizik (například v oblasti závažných průmyslových havárií). Nástroje a prostředky ICT bylo ovšem nezbytné poznat a následně je využít jako základnu pro další vývoj v oblasti bezpečnostního výzkumu.



Hlavní cíl disertační práce byl po úvaze definován jako vytvoření podpůrných nástrojů pro krizový plán MŽP. Tyto nástroje by měly zahrnovat kromě studie informačního systému shromažďujícího a zobrazujícího vybraná rizika na území ČR také metodický pokyn umožňující identifikaci a hodnocení kombinovaných rizik přírodních katastrof a závažných havárií, který by měl pokrývat dosud neřešenou část analýz ohrožení pro potřeby krizového plánu.

Vzhledem k faktu, že řada informací o zdrojích krizových rizik existovala již v roce 2005 ve formě geodat, byla zřejmá potřeba nasazení některého z nástrojů GIS pro jejich společnou vizualizaci.

Hlavní cíl byl postupně naplňován řešením následujících dílčích cílů popsanych v hlavních kapitolách práce:

- I) Analýza krizového plánu MŽP z hlediska požadavků na vytvoření podpůrných nástrojů.
- II) Popis současného stavu využívaných nástrojů pro podporu krizového plánování v ČR a EU.
- III) Rozbor možností analýzy kombinovaných rizik v území pro potřeby krizového plánu správního úřadu.
- IV) Návrh metodického pokynu pro identifikaci a hodnocení kombinovaných rizik přírodních katastrof a závažných havárií (určen jako stěžejní praktická část této disertační práce).
- V) Návrh a realizace databáze zdrojů rizik pro krizový plán MŽP jako nástroje umožňujícího vést přehled možných zdrojů vybraných rizik (sekundární praktická část disertační práce).

### **Použité metodické přístupy a technologie:**

Metody a technologie využitě v disertační práci byly vybrány a aplikovány v souladu s tématem práce a postupným plněním cílů, při dodržení základního schématu tvůrčí práce, jak jej prezentoval například M. Lánský (od formulace úkolu, přes sběr - třídění a hodnocení informací pro zjištění současného stavu poznání v dané oblasti, sledování nových poznatků, hledání a ověření řešení až k výslednému poznání).

Pro naplnění cílů předložené disertační práce bylo v první řadě potřeba zpracovat teoretická východiska z domácích i zahraničních informačních zdrojů. V rámci řešení disertační práce byl aplikován interdisciplinární přístup k řešení (na rozhraní přírodních věd, informačních technologií, statistiky a bezpečnostní vědy).

Při řešení stanovených problémů bylo využito zejména:

Aplikace teoretických metod (aplikace teorie informačních technologií, statistiky a teorie poznání):

Pro účely stanovení dílčích cílů disertační práce byla provedena analýza legislativních předpisů platících pro oblast krizového plánování a řízení v ČR.

Potřebné informace o existujících metodách analýz rizik, vhodných pro analýzu kombinovaných rizik, byly získávány studiem legislativy, metodických pokynů, odborné literatury, výzkumných zpráv a internetových zdrojů. Vybrané problémy byly konzultovány s odborníky na českých i zahraničních konferencích (JRC - Itálie, HZS – Švédsko) a pracovních setkáních (například k aktivitě JRC - mapování rizik). Takto získané informace byly analyzovány a byla provedena jejich syntéza promítající se do návrhu nového metodického pokynu pro identifikaci a hodnocení kombinovaných rizik identifikaci a hodnocení kombinovaných rizik přírodních katastrof a závažných havárií. Do procesu syntézy vstupovaly zejména systematická metoda MOSAR a základní pravidla z norem ISO/IEC 73:2002 a ČSN ISO 31 000 „Management rizik“.

Do návrhu metodického pokynu byly autorem promítnuty také empirické zkušenosti z realizace řady analýz rizik v oblasti průmyslové bezpečnosti.

Informace o nástrojích využívaných pro podporu krizového plánování byly získány pomocí rešerše. Za účelem zjištění převládajícího formátu dat a nasazení prostředků GIS v podmínkách ČR a EU bylo využito dotazníkového šetření.

Aplikace simulačních (virtuálních) metod

Autor v rámci přípravy disertační práce absolvoval dvě odborná školení na vybrané programové prostředky – ESRI ArcGIS (u firmy ARCDATA Praha, s.r.o.) a WebMap (u firmy Hydrosoft Veleslavín s.r.o.), kterých bylo později využito při návrzích studie databáze zdrojů rizik jako přehledu možných rizik v ČR.

Pro vlastní návrh studie databáze zdrojů rizik (DZR) pro krizový plán MŽP byl vybrán z několika možných metod tvorby informačních systémů model „Sašimi“. Při návrhu studie, zpracování dat a přípravě potřebných informací byly respektovány mezinárodní standardy (W3C, Open Geospatial Consortium, ČSN ISO 19113 – Geografická informace – Zásady

jakosti). Protože návrh studie DZR lze zároveň klasifikovat jako velmi jednoduchý informační systém pro státní správu (ISVS), studie byla navržena v souladu se standardem platícím pro ISVS dle zákona č. 365/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Pro účely simulací analýz ohrožení a při tvorbě příkladů k metodickému postupu pro analýzu kombinovaných rizik bylo využito kromě řady metod prostorových analýz v prostředí ESRI ArcGIS (extenze Spatial Analyst) také bivariační statistické analýzy a následného kvalitativního hodnocení pomocí indexů.

### **3. SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY**

Aktuální stav a vývoj řešené problematiky byl v disertační práci zmapován a popsán prostřednictvím několika kapitol a případně dotazníků, které se podrobněji zabývaly stavem poznání v následujících třech oblastech:

- analýza krizového plánu MŽP z hlediska požadavků na vytvoření podpůrných nástrojů,
- popis současného stavu využívaných nástrojů pro podporu krizového plánování v ČR a EU,
- rozbor možností analýzy kombinovaných rizik v území.

Některé popsané problémy byly v textu práce bezprostředně doplněny či komentovány autorem. Níže jsou uvedeny vybrané příklady, kdy se autor pokusil o doplnění základních principů klíčových problémů.

#### **3.1. Specifikace a příspěvek k základním principům analýzy KOMBR**

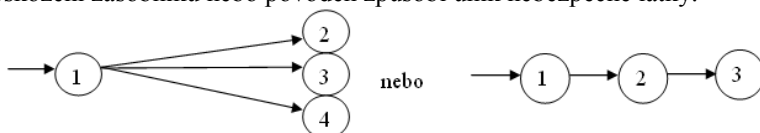
Na celosvětové úrovni si společnost s nárůstem zájmu o bezpečnost a s nárůstem počtu mimořádných situací postupně uvědomuje, že v problematice týkající se kombinovaných rizik se často objevuje množství vzájemných souvislostí a vztahů. Různé druhy přírodních a technologických rizik existují vedle sebe a v případě mimořádné krizové události (přírodní pohromy, závažné havárie, atd.) jsou ve vzájemných interakcích.

#### **Zohlednění interakcí mezi riziky:**

Jednou ze základních pravd zůstává, že i při studiu rizik se experti stále setkávají s izolovaným přístupem zohledňujícím jen jedno z mnoha možných rizik a že dosud jen málo úsilí se věnuje snaze o porozumění vzájemnému působení různých rizikových jevů.

Z uvedených důvodů se logicky i experti ve vědě o nebezpečí francouzsky označované jako „cyndinique“ (z řeckého kindunós – nebezpečí), fenoménem kombinovaných rizik zabývají. Protože jde o téma široké a komplexní, je třeba pro jeho komplexní pochopení nastínit nejprve jednoduché myšlenky a základní koncepty. Při hodnocení konkrétních typových situací, které se mohou přihodit, je pak vhodné použít tzv. konzervativní přístup a být spíše pesimistický, neboť je z praxe známo, že příroda a důsledky lidských vynálezů často překonávají lidské představy.

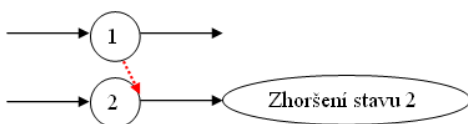
Z historických událostí, jejichž vybrané příklady byly uvedeny v jedné z podkapitol původní disertační práce, i z dalších studovaných, je zřejmé, že při krizových stavech obvykle jedna krizová situace (1) vyvolává (indukuje) druhou (2) nebo několik dalších (2,3,4), například zemětřesení vede k poškození zásobníku nebo povodeň způsobí únik nebezpečné látky.



**Obrázek: Model jednoduché sériové interakce událostí**

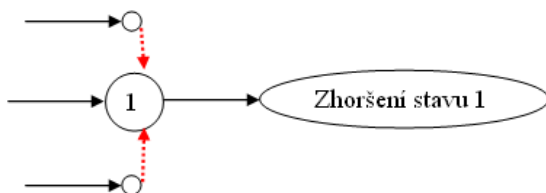
Situace ale může být i jiného druhu, a to taková, že průběh krizové události bude výrazně ovlivněn jinou událostí, která není přímo vyvolávána původním krizovým dějem, ale která může jeho účinek zesílit nebo naopak zeslabit.

Obecně lze definovat ještě druhou možnost interakce, a to současný výskyt několika rizik, která vznikla na sobě nezávislými mechanismy (nejsou vzájemně indukována), avšak jejich kombinace vede ke zhoršení účinků nejméně jednoho z nich. Příkladem může chemická havárie s únikem toxického plynu (1) v době inverzní nebo jinak nepříznivé meteorologické situace (2).



**Obrázek: Model paralelní interakce událostí**

Podobným případem může být situace, kdy je havarijní či krizový stav zhoršen souběhem dalších událostí, považovaných za běžných okolností za bezproblémové. Příkladem je kontaminace povrchových vod chemickými látkami (1) v době, kdy je hladina zamrzlá a není možné použít norné stěny k eliminaci havárie.



**Obrázek: Model paralelní interakce událostí s různou závažností**

Na základě studia historických událostí typu KOMBR byl pro potřeby dalšího zkoumání možných interakcí rozdělen systém životního prostředí v souladu s obecnou systematickou metodou analýzy rizik MOSAR na 6 dílčích subsystémů:

- SS1 (nebo SA) – Lidé a společnost
- SS2 (SB) – Infrastruktura
- SS3 (SC) – Průmyslové zdroje rizik
- SS4 (SD) – Přírodní rizika (počasí, klima)
- SS5 (SE) – Přírodní rizika spojená s uvolněním energie
- SS6 (SF) – Biologická přírodní rizika

Další podrobné rozdělení subsystémů včetně poznámek a příkladů bylo uvedeno na několika stranách v elektronické příloze č. 4 disertační práce ve formátu MS Excel, kde bylo provedeno další zkoumání vzájemných vztahů mezi těmito subsystémy navzájem formou matice, která byla následně vyhodnocena pomocí principů analýzy souvztažností popsanych v literatuře.

### **3.2. Metody využívané pro zjištění distribuce obyvatel v území**

S problémem vyjádření hustoty a distribuce obyvatelstva v území ohroženém různými riziky, se v praxi při analýze a hodnocení rizik setkáváme poměrně často. Pro hodnocení následků havarijní či krizové situace v daném území je potřeba mít co nejlepší informace o výskytu a distribuci obyvatel. Ke zjištění těchto informací lze v současnosti použít několik přístupů.

Základním, dodnes některými experty používaným způsobem, je ruční nakreslení čtvercové sítě (gridu), její rozdělení na čtverce o jednotce „mesh“ a následné vpisování zjištěných informací z místního šetření či konzultace s místními úřady do čtverců sítě. Do sítě se pak zakreslí následky dané situace a pomocí součtu je zjištěn počet ohrožených jedinců.

Analogické zpracování je do jisté míry výhodou tohoto přístupu – není potřeba elektrická energie.

Jednou z možností je vytvoření digitálního gridu hustoty obyvatelstva z vektorové bodové vrstvy základních sídelních jednotek (například pomocí nástroje prostorové analýzy - Kernelova funkce v prostředí ESRI ArcMap), jestliže je k jednotlivým bodům sídel připojena informace o počtu obyvatel z posledního sčítání lidu. Vrstva poskytuje dosti nepřesnou informaci typu: jaký je rozptyl hustoty obyvatelstva ve zvoleném poloměru kolem bodu charakterizujícího střed dané obce. Lze si představit, že jakýmsi způsobem vypovídá také o pohybu obyvatelstva v perimetru obce.

Relativně přesnou hustotu obyvatel v obci je také možno stanovit výpočtem, kdy podělíme počet obyvatel v obci součtem ploch zastavěných budovami. Vypočtenou hodnotu hustoty pak přidělíme každému polygonu budovy v obci. Pro potřeby dalších prostorových analýz je následně vhodné takto upravenou vrstvu budov s informacemi o hustotě obyvatelstva převést na grid. Hustotu obyvatelstva je vhodné vyjádřit dle potřeby v jednotkách [počet obyvatel/1 hektar], [počet obyvatel/1 km<sup>2</sup>] nebo [počet obyvatel/1 m<sup>2</sup>].

Přínosným způsobem se jeví také vytvoření gridu, jehož čtvercové buňky o hraně např. 10 m nesou hrubou informaci o počtech obyvatel vypočtenou pomocí kombinace různých informací. Dle statistik ČSÚ je průměrný počet obyvatel připadajících na jednu bytovou jednotku roven hodnotě 2,5 osoby (zaokrouhleně 3 osoby). Databáze adresních bodů firmy CEDA v sobě obsahovala k velkému množství bodů (zejména ve větších městech) informace o počtech bytových jednotek. Nabízí se tedy vynásobit počet bytových jednotek připadajících na adresní bod výše uvedeným průměrným údajem ČSÚ. Takto získané hodnoty vázané na adresní body ve vektorové vrstvě převedené na grid lze dále využít v prostorových analýzách v GIS. Navrhovaný grid byl za pomoci zakoupených dat firmy CEDA vytvořen v rámci této disertační práce.

#### **4. NÁVRH METODICKÉHO POKYNU PRO IDENTIFIKACI A HODNOCENÍ KOMBINOVANÝCH RIZIK PŘÍRODNÍCH KATASTROF A ZÁVAŽNÝCH HAVÁRIÍ**

Ukazuje se, že havarijní a krizové situace nemusejí vznikat pouze jednotlivými jevy, ale také jejich kombinací, která je v principu dvojího typu: při jedné z nich dochází ke zřetězení událostí tak, že jedna (nebo více) počátečních vedou ke vzniku další (nové) nežádoucí události rozdílné typem od té první, v druhém případě pak kombinace vede k prohloubení již existující havárie či krize. Příkladem prvního typu je již zmíněná havárie ve Spolaně vyvolaná povodní, příkladem druhého typu pak může být zesílení dopadu úniku toxického plynu v případě inverzní situace jako při havárii v Košicích v r. 1995.

Potřeba zpracovat tento metodický pokyn vyplynula nejen z provedené analýzy krizového plánu MŽP (viz kapitola 4 disertační práce), ale také z řady historických havarijních a krizových situací, jejichž charakteristickým znakem byl výskyt vzájemných interakcí mezi sledovanými projevujícími se riziky. Tato oblast nebyla dosud uceleně řešena žádným z metodických pokynů v resortu životního prostředí ČR. Na úrovni EU jsou kombinovaná rizika vnímána jako vážný problém, jehož řešení se věnovala například pracovní skupina výzkumného projektu NEDIES pod záštitou DG EC JRC nebo pracovní skupina při OECD.

Návrh metodického pokynu byl zaměřen na stanovení komplexního postupu pro identifikaci a hodnocení možných kombinovaných rizik přírodních katastrof a závažných průmyslových havárií na území České republiky. V úvahu byly brány jak paralelní, tak sériové kombinace vzájemně se zesilujících či zeslabujících rizik, a také vazby na potenciálně ohrožené prvky kritické infrastruktury.

Tento metodický pokyn je primárně určen pro potřeby státní správy jako doplňující nástroj pro provádění analýz ohrožení požadovaných aktuálním českým krizovým zákonem, ale může být využit i provozovateli průmyslových podniků, krizovými manažery a dalšími subjekty. Dílčí postupy uvedené v pokynu je možno použít pro zpracování podkapitoly „Možné situace mimo objekt, které mohou způsobit závažnou havárii“ v bezpečnostní dokumentaci vyhotovené dle zákona č. 59/2006 Sb. o PZH, ve znění pozdějších předpisů.

Návrh dále prezentovaného metodického pokynu (viz schéma níže) byl vytvořen na základě zkušeností autora disertační práce s různými typy analýzy rizik v posledních deseti letech a rovněž na základě rozborů provedených v rámci disertační práce. Nezbytností přitom byly konzultace

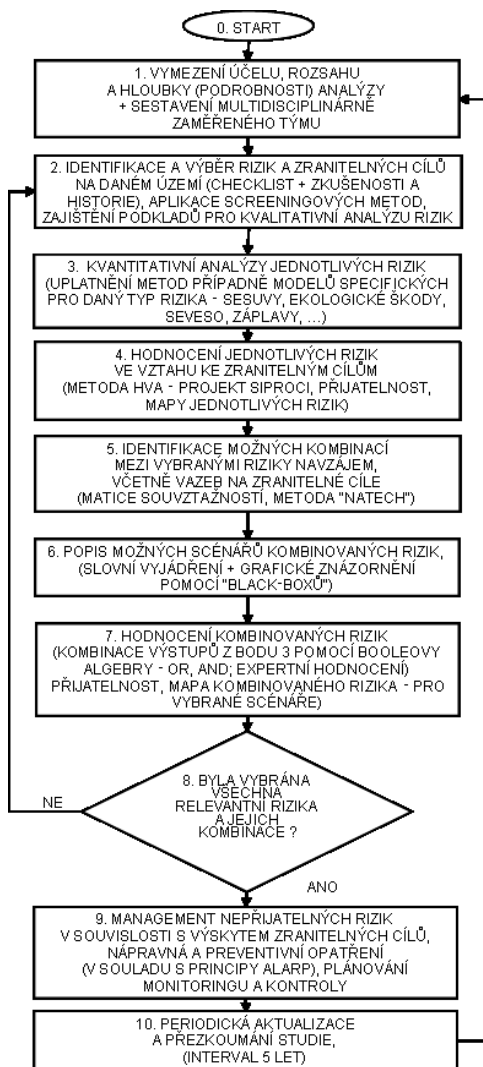
se školitelem a s kolegy, kteří pro část příkladů, ilustrujících průběžně obecný popis postupu, laskavě poskytli své výstupy (příklady viz původní text práce). Návrh pokynu byl také zčásti konzultován s expertem z výzkumného centra Evropské komise - EC DG JRC, IPSC (E. Kraussman).

Principy navrhovaného metodického pokynu vycházejí z následujících předpokladů a zjištění:

- Na případ kombinovaných rizik jsou aplikovatelné obecné kroky komplexní analýzy a managementu rizik, jak jsou prezentovány například v systematické a systémové metodě analýzy rizik MOSAR.
- Předkládaný postup metodického pokynu formou kroků (modulů) pro dosažení konečných výsledků v sobě zahrnuje a kombinuje několik různých metod a modelů analýzy rizik a je otevřen pro použití jakékoliv metody vhodné k analýze rizika jednoho typu.
- Ve vybraných krocích metodického pokynu je možno řídit se obecnými zásadami analýzy rizik uvedenými například v metodickém pokynu MŽP pro analýzu a hodnocení rizik prevence závažných havárií nebo v dalších metodických pokynech (například pro analýzu rizik kontaminovaných míst) a zásadami běžně dostupných metod pro kvalitativní a kvantitativní analýzu rizik. Postup také respektuje normu ČSN ISO 31 000 „Management rizik“ a základní pravidla z normy ISO/IEC 73:2002.



**Obrázek: Schéma navrhovaného metodického pokynu pro analýzu KOMBR.**



Následuje popis jednotlivých kroků navrhovaného metodického pokynu dle číslovaných částí schématu.

### **Krok 1: Vymezení účelu, rozsahu a hloubky analýzy**

Pro každou analýzu je klíčovým krokem na začátku rozhodnutí o jejím účelu, rozsahu, hloubce (podrobnosti), požadované přesnosti a správnosti. Podle toho je následně odhadnuta náročnost plánované analýzy na čas, lidské a případně finanční zdroje a je sestaven multidisciplinárně zaměřený tým řešitelů, který je v průběhu analýzy dle potřeby doplňován.

Při analýze a hodnocení kombinovaných rizik se předpokládá provedení či využití dříve provedených kvantitativních, semi-kvantitativních či kvalitativních analýz a hodnocení jednotlivých rizik a následná semikvantitativní nebo spíše kvalitativní analýza.

Při analýze je nezbytné zvažovat předpokládané neurčitosti při aplikaci navrhované metody:

- Kvalitativní až semikvantitativní charakter výsledků zaměřený především na zranitelnost v území.
- Neurčitosti a zanedbání spojené s možností individuálního řešení (dle zkušeností i prováděných studií je známo, že odlišný tým expertů při analýze a hodnocení rizik může zvolit jiný přístup a provede různá zjednodušení pro potřeby zadané analýzy. Je proto nezbytné co nejvíce popisovat postup analýzy a hodnocení.
- Neurčitosti vznikající při kalibraci aplikovaných metod.
- Další neurčitosti spojené s využitím výsledků jiných týmů, zpracované například mimo období vlastní studie analýzy.
- Neurčitosti vznikající při hodnocení přijatelnosti rizik (otázky individuální, případně společenské přijatelnosti rizik).

### **Krok 2: Identifikace a výběr rizik na daném území**

Dle dotazníků Evropské komise (rozesílaných institutem JRC, MAHB) zaměřených na výskyt přírodních a technologických rizik, vyplněných pověřenými zástupci ČR v roce 2002, byly dle zprávy identifikovány na území ČR následující typy přírodních a technologických nebezpečí:

#### Přírodní nebezpečí:

- Povodně a záplavy (přiřazen stupeň vysoké priority)
- Bouře, tornáda, krupobití (střední priorita).
- Lesní požáry (střední priorita).
- Svahové nestability včetně lavin (na lokální úrovni).

V současnosti je mezi přírodní nebezpečí také potřeba počítat dlouhodobé sucho, které může mít v některých případech větší dopady než povodně (například nefungující zásobování obyvatel a technologií vodou, snížení zemědělské produkce, poškození ekosystémů nebo nedostatek vody při požárech).

### Technologická nebezpečí:

- Průmyslové podniky nakládající s nebezpečnými chemickými látkami a přípravky, zařazené dle zákona č.59/2006 Sb. o prevenci závažných havárií (implementace SEVESO II Direktivy) a souvisejících předpisů. Těmto zdrojům nebezpečí byla přiřazena „střední priorita“.

- Stejnou prioritu pro řešení dostaly nebezpečí spojená s přepravou nebezpečných látek, kontaminovaná místa (ekologické škody neboli starším termínem označené „staré ekologické zátěže“) a produktovody.

- Ztráta funkce kritické infrastruktury.

Pro potřeby metodiky by měly být pro území ČR uvažovány scénáře možných kombinací sestavené z výše uvedených přírodních a technologických nebezpečí. Jako zranitelné cíle je potřeba uvažovat zejména obyvatelstvo, majetek, funkce kritické infrastruktury a složky životního prostředí. Scénáři se ve své práci zabývala například M. Šimonová.

### **Krok 3: Analýzy jednotlivých rizik**

V tomto kroku se předpokládá uplatnění metod případně modelů specifických pro daný typ rizika - sesuvy, ekologické škody, průmyslové zařízení s nebezpečnými chemickými látkami, povodně a záplavy, lesní požáry apod.). V literatuře bylo popsáno již mnoho metodik aplikovatelných v tomto kroku dle typu hodnoceného rizika a zvoleného rozsahu analýzy. Vhodné metody vyberou experti v týmu dle svých zkušeností a znalostí.

Pro povodněmi a záplavami vyvolané havarijní scénáře typu KOMBR je nutné uvažovat zejména:

- vážnou kontaminaci vod díky úniku NCHL (na druhé straně v některých případech zmírněnou množstvím vody ředící vzniklý únik,
- vytvoření toxických a/nebo hořlavých par a jejich únik, díky možným reakcím chemikálií s vodou.

### **Krok 4: Hodnocení jednotlivých rizik ve vztahu ke zranitelným cílům**

Zde lze doporučit využití výstupů projektu SIPROCI a dílčích kroků metody HVA (Hazard and Vulnerability Analysis) týkajících se zejména stanovení přijatelnosti a tvorby map zranitelnosti jednotlivých rizik.

Základní přístup k hodnocení rizika v rámci metody HVA využívá alternativní formu základní rovnice rizika:  $R = N * Z * E$  (alternativní

forma základní rovnice rizika) = možnost (pravděpodobnost) vzniku mimořádné události resp. nebezpečí \* zranitelnost \* hodnota prvku v riziku.

Místo klasické závažnosti je zde používána zranitelnost, která při indexovém hodnocení možných dopadů na prvky v riziku v daném čase na daném území vyhovuje pro potřeby kvalitativního případně semikvantitativního odhadu. A to za předpokladu, že jsou výsledným indexům dále přiřazeny třídy pravděpodobností a následků.

Pojmy a potřebné klasifikační tabulky pro účely metody HVA byly přeloženy do češtiny a popsány v rámci původního textu disertační práce.

### **Krok 5: Identifikace možných kombinací mezi vybranými riziky navzájem**

Identifikace je zde myšlena včetně vazeb na zranitelné cíle zjištěných například pomocí matice souvztažností nebo pomocí screeningové metody "NATECH" (RNRA), jejíž současný návrh byl přeložen a popsán ve vlastním textu disertační práce. V rámci podrobnějšího přístupu je možno využít jen některé části metody. Pro tento účel je přiložena v elektronické příloze č. 5 původní disertační práce plná verze vyplněné matice souvztažností ve formátu MS Excel. Matice může posloužit například při tvorbě potřebných scénářů kombinovaných rizik.

V kontextu kombinovaných rizik (KOMBR) lze události typu NATECH (přírodní rizika spouštějící technologická rizika) vnímat jako specifický případ kombinovaných rizik, respektive podmnožinu kombinovaných rizik.

Výstupem metody RNRA je relativní index "NATECH" rizika, využitelný pro zvyšování připravenosti, dále pro vyjádření spolupůsobících faktorů a pro účely zjednodušené analýzy území.

### **Krok 6: Popis možných scénářů kombinovaných rizik**

V tomto kroku lze doporučit provedení slovního popisu zjištěných variantních scénářů upřesněných například pomocí metody What-If (co se stane, když ...) apod. Pro lepší představu o vzájemných vazbách a kombinacích mezi uvažovanými zdroji rizik lze doporučit také grafické znázornění pomocí metody "black-box" nebo pomocí metod stromů poruch a událostí (FTA a ETA) nebo jiných známých metod.

### **Krok 7: Hodnocení kombinovaných rizik**

Zde se předpokládá provedení kombinace mapových výstupů z bodu 4 metod v prostředí GIS pomocí Booleovy algebry a využití zejména operátorů OR a AND (hodnota 1 reprezentuje výskyt události). Aplikace

ostatních hradel (NOT a jiné) nevede v případě kombinovaných rizik k požadovaným výsledkům.

Pro logické vyjádření vzniku kombinovaného rizika je vhodné využít hradla AND, které představuje logický součin (Riziko1 x Riziko2), platí tedy jen v případě, kdy nastanou oba typy událostí.

V rovině obecné metodiky je dále vhodné aplikovat hodnocení přijatelnosti kombinovaného rizika pro obyvatelstvo a další hodnocené zranitelné cíle. Pro vybrané scénáře je následně potřeba vytvořit mapy kombinovaných rizik.

Hodnocení je vhodné dovést až do fáze hodnocení přijatelnosti kombinovaných rizik, kdy pro tento účel byla navržena následující kritéria: Jako nepřijatelné riziko (respektive nepřijatelná zranitelnost) je zde rozuměna kvalitativní úroveň 4 (velmi vysoké) dle tabulek a matic pro úroveň přijatelnosti a rizika uvedených v příkladech ke kroku 4 (viz původní text disertace). Úrovně 1 a 2 bylo navrženo hodnotit jako přijatelné riziko. Přechodnou úroveň podmíněně přijatelného rizika (nebo zranitelnosti) pak může tvořit úroveň 3 (vysoké).

### **Krok 8: Byla vybrána a hodnocena všechna relevantní rizika a jejich kombinace?**

V tomto kroku je potřeba provést revizi výsledků provedené studie v souladu s aktuálními podmínkami a zkušenostmi v území (zda nedošlo od doby zahájení studie například k výskytu nových rizik nebo naopak k úbytku již vybraných rizik). V případě zjištění nových skutečností (zejména dalších významných zdrojů rizik) je potřeba vrátit se zpět do kroku 2 a proces identifikace, analýzy a hodnocení provést znovu.

Pokud je naopak vše v pořádku, lze přejít k následujícímu kroku.

### **Krok 9: Management nepřijatelných kombinovaných rizik**

V případě zjištění nepřijatelných kombinovaných rizik v hodnoceném území, ať už z jakéhokoliv pohledu na zranitelné cíle, je potřeba přistoupit k diskusi a řízení těchto nepřijatelných rizik, včetně návrhu nápravných a preventivních opatření v souladu s principy přístupu ALARP ("as low as reasonably practicable" - uplatnění takových opatření, která vedou k významnému snížení rizika a zároveň jsou ještě finančně únosná). Po přijetí a provedení opatření je doporučováno znovu přehodnotit stávající rizika a zjistit, zda opatření skutečně vedla k významnému snížení rizik.

Není-li možné (není-li reálné) technická nápravná a preventivní opatření k nepřijatelným zdrojům rizik navrhnout a provést, je potřeba o tom informovat ohroženou veřejnost a implementovat alespoň organizační opatření.

### **Krok 10: Periodická aktualizace a přezkoumání provedené studie**

Zde je možno navrhnout dle stávající praxe v prevenci závažných havárií interval aktualizace a přezkoumání studie po 5 letech nebo na základě zjištění významných změn vedoucích k významnému snížení nebo zvýšení úrovně kombinovaného rizika (například uzavření chemičky nebo jiného provozu apod.).

### **Shrnutí navrhovaného metodického pokynu:**

V disertační práci byly rozpracovány dílčí kroky metodického pokynu pro analýzu KOMBR, včetně úpravy pomocných nástrojů a ověření dílčích kroků na případové studii, což bylo doloženo příklady výpočtů, hodnocení a mapovými výstupy. Navrhovaný metodický pokyn v současné podobě může posloužit jako vodítko při zpracování studií se zaměřením na kombinovaná rizika. Nevymezuje však přesné hranice, do jakých podrobností při hodnocení zajít a počítá tak s uplatněním individuálního přístupu vybraného týmu expertů.

V případové studii bylo provedeno dvojí kvantitativní modelování rizik, a to na příkladu sesuvů a povodní, které bylo následně vyhodnoceno na základě kvalitativních indexových kritérií. V závěru byl vytvořen příklad matice kombinovaného rizika.

## **5. NÁVRH A REALIZACE STUDIE DATABÁZE ZDROJŮ RIZIK (DZR) PRO KRIZOVÝ PLÁN MŽP**

Potřeba vytvoření studie DZR vyplynula také z provedené analýzy krizového plánu (viz kapitola 4 disertační práce). Tento úkol byl určen jako sekundární praktická část disertační práce. Proto mu byl věnován v práci poněkud menší prostor, i když byl realizován řádově delší dobu. Úkolem bylo navrhnout a realizovat studii informačního systému DZR jako nástroj umožňující dlouhodobě vést aktualizovaný přehled možných zdrojů vybraných rizik pro krizový plán MŽP, pokud možno s pomocí nástrojů geografických informačních systémů.

Tato část disertační práce byla řešena dříve, než v předchozí kapitole prezentovaný stěžejní návrh metodického pokynu pro identifikaci a hodnocení KOMBR. Studie DZR tak vytvořila vhodný, respektive nezbytný podklad pro možnou aplikaci navrženého metodického pokynu.

Vznik každého dobrého informačního systému je složitý proces. Jako další lidské výrobky procházejí i informační systémy svým vývojovým cyklem. Na počátku každého cyklu je analýza, jejím úkolem je shromáždit

požadavky na vyvíjený systém a porozumět mu. Výsledky analýzy jsou využity pro návrh systému, který tvoří přechod mezi analýzou a implementací. Podcenění analýzy nebo návrhu systému, vede k zanášení chyb a slabých míst do systému, které mohou v nejhorším případě vyústit až k potřebě celý systém předělat, což vývoj informačního systému neúnosně předraží. Existuje proto řada postupů, jak se těmto problémům vyvarovat. Jednou z hojně používaných metodik, jak vytvořit specifikaci systému, je strukturovaná analýza. Strukturovaná analýza segmentuje projekt na malé, dobře popsatelné aktivity a určuje posloupnost a interakci těchto aktivit. Za tímto účelem se využívají diagramatické a další modelovací techniky.

Pro návrh informačního systému existuje řada metod a modelů, kterými se ve svých pracích zabývali například Royce, McConnel, DeGrace, Buchalceová nebo Merunka.

### **Vize studie DZR jako komplexního informačního systému:**

V souladu se zjištěnými potřebami krizového plánu MŽP, aktuálními možnostmi ICT a možnostmi analýz přírodních a technologických rizik (včetně KOMBR), popsanými stručně v kapitolách 4, 5 a 6 této práce, byla navržena vize studie DZR jako komplexního ICT řešení.

Jaké by takové řešení mohlo mít parametry, respektive co vše by mohlo zahrnovat?

- Automatizované přebírání aktuálních geografických dat a dalších mapových podkladů z datového skladu MŽP.
- Automatizovaný sběr a validace garantovaných dat o zdrojích rizik (ohrožení) od poskytovatelů (odborů MŽP), přebírání a vyhodnocování dat z terénních monitorovacích stanic, včetně přebírání aktuálních prognóz počasí a varování ČHMÚ a prognóz dalších organizací (například informací o aktuální dopravní situaci).
- Prezentace získaných dat a vybraných zdrojů rizik na geografických podkladech o území ČR prostřednictvím zabezpečeného mapového portálu nebo jiného řešení, včetně možnosti aktivace telefonického, či jiného typu spojení (SMS, videokonference, e-mail, chat atd.) s provozovateli zdrojů rizik, zranitelných objektů a objektů kritické infrastruktury.
- Přístup do zabezpečeného systému by měli mít pouze předem definovaní uživatelé.

- Řešení analýz aktuálních ohrožení plynoucích z vybraných přírodních a technologických zdrojů rizik na území ČR (to vše na požadavek uživatele). Zde by mohl být do informačního systému být implementován metodický pokyn pro identifikaci a hodnocení KOMBR prezentovaný v kapitole 7 práce).
- Interoperabilita s ostatními ICT řešeními v oblasti krizového řízení v ČR a EU.

### **Realita (omezený rozpočet, účel studie a požadavky MŽP):**

Výši nákladů na realizaci výše naznačené vize lze předpokládat v řádech desítek milionů korun českých, podobně jako tomu bylo při návrhu Integrovaného systému pro krizové řízení (ISKŘ) připravovaného pro MV ČR. Reálný rozpočet MŽP na návrh a realizaci studie DZR, včetně aktualizace v dalších letech se pohyboval a dosud pohybuje řádově níže, na úrovni několika stovek tisíc korun ročně.

Důležitým požadavkem na vývoj studie DZR bylo, aby vynaložené finanční prostředky na systém odpovídaly míře využití systému a reálným možnostem. Nakupování drahých programů pro složitou zprávu dat v krizovém plánu a případné modelování se jevilo jako neefektivní a z hlediska odlišných modelových situací plynoucích z různorodosti zdrojů rizik jako nereálné. Proto byl tento systém kromě jiného chápán jako orientační (výchozí), na který budou navazovat další úzce specializované systémy, případně bude vytvářet modely situací z dat získaných z úzce zaměřených systémů a naopak (povodňový IS, systém odpadového hospodářství, systém evidence zátěží životního prostředí, apod.).

Záměrem bylo a i nadále je vytvářet průběžně a trvale udržitelný soubor dat o zdrojích rizik, jejichž monitoring, hodnocení a preventivní ochranná opatření před nimi, spadají do kompetence MŽP. Studie DZR představuje promítnutí zdrojů rizik do mapového podkladu s propojením k základním informacím, nezbytných pro rychlé zorientování se v nastalé krizové situaci a predikci případných domino efektů či synergických jevů v postiženém území. DZR rozvíjí stejnojmennou přílohu krizového plánu v listinné podobě a slouží jako pomocný nástroj doplňující základní dokumenty krizového řízení.

Vzhledem k citlivým datům a uceleným informacím, které krizový plán MŽP obsahuje, je označen včetně příslušných příloh za „Zvláštní skutečnosti“. Zvláštními skutečnostmi jsou ve smyslu nařízení vlády č. 462/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů, informace v oblasti krizového



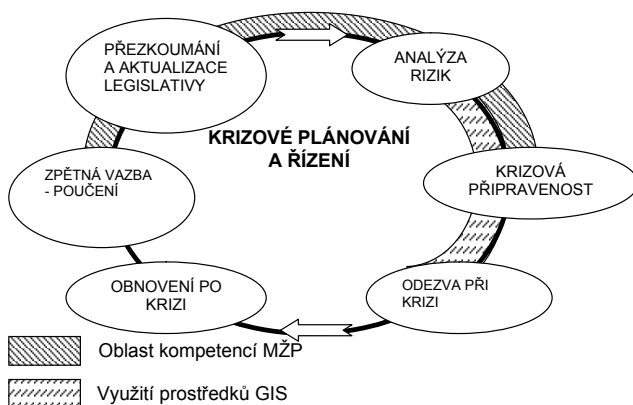
řízení, které by v případě zneužití mohly vést k ohrožení života, zdraví, majetku, životního prostředí nebo podnikatelského zájmu právnických nebo fyzických osob.

S přihlédnutím k reálnému stavu, kdy se dosud nepodařilo ve světě realizovat takový informační systém napojený na celosvětovou síť Internet, který by byl absolutně zabezpečen před vniknutím nežádoucích uživatelů, byla zástupci MŽP zamítnuta varianta studie DZR pracující s mapovým serverem. Nejsme dosud schopni zaručit bezpečnost takového řešení, které je zároveň označeno jako „Zvláštní skutečnosti“.

Studie DZR má sloužit jako pomocný nástroj doplňující základní dokumenty krizového řízení (krizové plány, typové plány, operační plány, ...). Představuje promítnutí zdrojů rizik v rámci působnosti MŽP do mapového podkladu s propojením k základním informacím, nezbytných pro rychlé zorientování se v nastalé krizové situaci a predikci případných domino efektů či synergických jevů v postiženém území.

Tento význam je dle MŽP základní a výchozí, tudíž mu podléhal veškerý další vývoj studie DZR.

Pro lepší poznání východisek řešení studie DZR byla analyzována role zadavatele studie (MŽP) v procesu krizového plánování a řízení, včetně možnosti využití prostředků GIS (viz následující obrázek):



**Obrázek: Rozdělení kompetencí MŽP a využití GIS v krizovém plánování a řízení**

Ze schématu lze odvodit, že MŽP plní v procesu krizovém řízení na úrovni ČR zejména poradenskou a preventivní roli. Nemá k dispozici příliš

zásahových prostředků (vyjma sil a prostředků sloužících v národních parcích a chráněných krajinných oblastech).

Na základě reálných omezení a požadavků jmenovaných v textu disertační práce byla vize studie DZR po dohodě se zástupci MŽP výrazně zjednodušena na „pouhý“ mapový projekt vytvořený v prostředí GIS s názvem Databáze zdrojů rizik (DZR). I tento relativně jednoduchý počín v sobě skrýval řadu technických a manažerských problémů ke zvládnutí. Na aktualizaci studie DZR v současné podobě jsou každoročně vynakládány nezanedbatelné prostředky, čas i pracovní síly. Ve výsledku tvoří výchozí řešení pro případnou realizaci celé výše nastíněné vize v budoucnu.

### **Volba metody a technologie pro tvorbu studie DZR:**

Pro vývoj studie DZR bylo zvažováno mezi dva modely tvorby IS – vodopádovým modelem (Royce) a jeho pokročilejší variantou – modelem Sashimi (DeGrace). Vzhledem ke známým nevýhodám základního kaskádového modelu (považuje všechny části vývoje IS za na sebe navazující, ale ohraničené etapy; nelze přejít bez ukončení jedné etapy vývoje ke druhé; malá až žádná přizpůsobivost modelu měnícím se požadavkům zadavatele IS) byl zvolen jeden z jeho nástupců – model Sashimi. Tento model umožňuje mimo jiné vzájemné překrývání vývojových etap a lépe tak odráží skutečný předpokládaný postup návrhu studie DZR.

Dále bylo potřeba zvolit takové programové vybavení GIS (technologie), které by umožňovalo jak pokročilou správu a editaci dat vstupujících do mapového projektu, tak prostorové analýzy, generalizaci dat, práci s měřítky a tisk mapových náhledů.

MŽP uvažovalo při návrhu a aktualizaci studie DZR se službami externí organizace. Výsledný mapový projekt by mělo být možné prohlížet bez možností úprav ve volně dostupném programu (prohlížečce), který si bude schopen osvojit i málo pokročilý uživatel. Volitelnou výhodou prohlížečky by mohla být možnost tvorby dočasných poznámek a označení nad otevřeným projektem, aby si uživatel mohl například pomoci pera či zvýrazňovače zvýraznit oblast či prvky, které právě vyhodnocuje vzhledem k uvažované krizové situaci. Mapová prohlížečka musí mít také uživatelský manuál v češtině.

Přestože na MŽP je využíváno v současnosti několik volně dostupných programových prostředků GIS, jako jsou například program Janitor od

organizace CENIA – LabGIS (<http://janitor.cenia.cz/>), WebMap od firmy Hydrosoft Veleslavín (<http://www.hydrosoft.eu/>), Forestry GIS od firmy TatukGIS (<http://www.tatukgis.com/>) nebo Quantum GIS (<http://www.qgis.org/>), pro návrh studie DZR byla vybrána pravděpodobně světově i v ČR nejrozšířenější a nekomplexnější rodina komerčních nástrojů GIS od firmy ESRI (ArcGIS, <http://www.esri.com/>).

Programové vybavení od společnosti ESRI by pravděpodobně nemohlo být pro účely návrhu studie DZR zvoleno, nebýt skutečnosti, že od verze 8.x je k tomuto balíku nástrojů zdarma poskytována prohlížečka mapových projektů exportovaných pomocí extenze ArcGIS Publisher do formátu „\*.pmf“ s označením ArcReader. Volně dostupný ArcReader je v průběhu let postupně vyvíjen, splňuje všechny požadavky MŽP a zvládá také nové typy geodatabází (například formát „file geodatabase“ – vhodný zejména k návrhu mapového projektu obsahujícího více než 2 GB dat).

## **6. STRUČNÉ SHRUTÍ PŘÍNOSU DISERTAČNÍ PRÁCE**

Neustálé zlepšování připravenosti na krizové a havarijní situace pomocí přiměřené aplikace nových informačních a komunikačních technologií spolu s vývojem a používáním metod pro analýzu a hodnocení rizik, je jedním z předpokladů ke zvyšování kvality a bezpečnosti života člověka. Tvorba map zobrazujících jednoduchá i kombinovaná rizika ve vztahu k obyvatelstvu, jeho majetku a životnímu prostředí je rovněž důležitým a užitečným nástrojem při implementaci zásad definice rizika v požárně-bezpečnostním inženýrství.

V podmínkách České republiky existuje dostatečné množství dat a informací, které mohou posloužit výše uvedenému účelu. Nástroje a metodické postupy navržené v rámci této práce umožňují nový komplexní pohled na problematiku hodnocení přírodních a technologických kombinovaných rizik, který dosud nebyl takto formulován. Pro území ČR by tedy již v současnosti mělo být možné pro indifikované interakce připravovat mapy kombinovaných nebezpečí a rizik. Pro případy environmentálních typů krizí byla prostřednictvím studie Databáze zdrojů rizik shromážděna základní data o vybraných zdrojích rizik v kompetenci MŽP. Na vývoji a aktualizaci této studie se autor práce od počátku podílel.

Tato aktivita MŽP týkající se tématu mapování krizových rizik, včetně výsledků, vzbudila příznivý ohlas dalších českých ministerstev (například Ministerstva vnitra, Ministerstva obrany) i zahraničních institucí (například v Německu na jednání kompetentních autorit k přenosu přeshraničních havárií). Její další rozvoj byl vítán. Jak bylo zmíněno již v úvodních

kapitolách této práce, šlo o první projekt svého druhu obsahující data o celém území ČR, prakticky použitelný také při krizovém plánování a řízení. V době dokončení prvního pilotního projektu studie DZR ostatní resorty ještě v tomto bodě stále hledaly způsob, jak naplnit požadavky tehdy platného zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení.

Přesto je možno studii informačního systému DZR vnímat spíše jako vedlejší efekt této disertační práce, nepřispívající ničím novým k rozvoji vědního oboru. Zpracování studie bylo nezbytným krokem pro následující návrh metodického pokynu pro identifikaci a hodnocení KOMBR, vycházející mimo jiné z reálně dostupných dat o zdrojích rizik.

Poznatky, které byly uvedeny v kapitolách této práce, byly průběžně publikovány formou ročních zpráv v rámci několikaletého výzkumného projektu „Krizová rizika“ pro MŽP ČR, Odbor bezpečnosti a krizového řízení.

Disertační práce je příspěvkem zejména v následujících bodech: systémové uspořádání řešené problematiky a její zpracování pro potřeby dalšího postupu poznání v krizovém managementu, vytvoření metodického pokynu pro identifikaci a hodnocení kombinovaných rizik přírodních katastrof a technologických havárií (KOMBR).

## **7. LITERATURA**

Při zpracování autoreferátu disertační práce byla použita literatura, jejíž seznam je přílohou disertační práce.

## **8. VYBRANÉ PUBLIKACE AUTORA SOUVISEJÍCÍ S ŘEŠENÍM DISERTAČNÍ PRÁCE**

- 1) DOBEŠ, P.; Hrdina, P.; Koťátko, A.: Databáze zdrojů rizik Ministerstva životního prostředí 2010. Soubor specializovaných map. Č. 009/07-12-2010\_SM.
- 2) DOBEŠ, P.; Hrdina, P.; Koťátko, A.: Databáze zdrojů rizik Ministerstva životního prostředí 2009. Soubor specializovaných map. Č. 010/07-12-2010\_SM.
- 3) DOBEŠ, P.; Hrdina, P.; Kotatko, A.; Danihelka, P.; Bednarik, M.; Krejci, O.; Kasperakova: Industrial Area Of Trinec Town (Czech Republic) potentially endangered by floods and landslides : Risk Mapping Case Study. In EGU (European Geosciences Union General Assembly): Abstracts & Programme/. 2009th edition. s. 1. Geophysical Research Abstracts, Vol. 11, EGU2009-13356. Dostupný z WWW: < <http://www.geophys-res-abstr.net> >. Vídeň 2009. eISSN: 1607-7962.

- 4) DOBEŠ, P.; Danihelka, P.; Hrdina, P.; Kotatko, A.; Šebek, J.; Adámková, M.; Vorlíčková, J.: Emergency Planning of the Czech Ministry of Environment Using GIS Support. 17. konference GIS ESRI, ArcData Praha 2008.
- 5) HRDINA, P.; Dobeš, P.: Vývoj metod identifikace a hodnocení multirizik v územním celku. MLADÁ VEDA 2008, Veda a krizové situácie. 2008, roč. 5, s. 1-11. ISSN-ISBN: 978-80-8070-896-2.
- 6) DANIHELKA, P.; Dobeš, P.; Hrdina, P.; Baudišová, B.; Večerková, J.; Mikulová, E.; Skřinský, J.; Jančev, L.: Krizová rizika v kompetenci Ministerstva životního prostředí ČR (e4/ /07). Oponovaná zpráva. VŠB TU Ostrava 2007, 280 stran.
- 7) ŠVACH, R., DOBEŠ, P.: New Possibilities of GIS Using for Slovak Integrated Rescue System. In BUJŇÁK, Ján (ed.). TRANSCOM 2007, 25.-27.6. EDIS. Žilina: Žilinská Univerzita v Žiline, 2007, s. 89-94. ISSN/ISBN: 978-80-8070-698-2. [cit. 2007-26-06].
- 8) DOBEŠ, P.; Vorlíčková, J.: Možnosti analýzy kombinovaných krizových rizik. In: Baroň I., Klimeš J., Kašperáková, D. (Eds.): "Svahové deformace a pseudokras" (konference ČGS a ÚSMH AV ČR), Vsetín 2007.
- 9) DOBEŠ, P.; DANIHELKA, P.; ŠEBEK, J.; ADÁMKOVÁ, M.: Emergency Planning of the Czech Ministry of Environment Using GIS Support. On: The 14th Annual Conference of TIEMS, the International Emergency Management Society, entitled "Disaster Recovery and Relief: Current & Future Approaches", Trogir, Croatia. [cit. 2007-06-06].
- 10) DOBEŠ, P.; ŠAMAL, K.; DANIHELKA, P.: Možnosti hledání vztahů při analýze krizových rizik. SPEKTRUM (recenzovaný časopis FBI a SPBI). 2007, roč. 7, č. 1, s. 16-19. ISSN: 1211-6920.
- 11) HRDINA P.; DOBEŠ P.; GOTTESMAN L.: GIS pro Krizový plán Ministerstva životního prostředí. In HORÁK Jiří; DĚRGEL Pavel (ed.).GIS Ostrava 2007. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2007, s. 75. ISSN 1213-2454.
- 12) DOBEŠ, P.; GOTTESMAN, L.: Visualisation of Industrial Risk Analysis Results - Possibilities and Experiences. In DANIHELKA, Pavel (ed.). Věda a krizové situace 2005 [CD-ROM]. Ostrava: VŠB-TUO, LabRisk, 2005. [cit. 2005-11-08]. ISBN 80-248-0944-3.
- 13) DOBEŠ, P.; Danihelka, P.: Processing of the Specified Parts of the Crisis Plan of Ministry of the Environment of the Czech Republic, Collection from conference "Transcom 2005", Žilina, Slovak Republic.
- 14) DOBEŠ, P.; Sikora, M.; Paulas, M.: Utilization of GIS in accidental and crisis planning. Collection from conference "Fire protection 2003", VŠB-TU Ostrava, SPBI 2003.

**© Pavel Dobeš, 2011**

**2. vydání**

Autor:	Ing. Pavel Dobeš
Katedra, institut:	Laboratoř výzkumu a managementu rizik 023
Název:	Využití informačních technologií při analýze rizik a v krizovém plánování
Místo, rok, vydání:	Ostrava 2011, 2. vydání
Počet stran:	28
Vydala:	VŠB – Technická univerzita Ostrava, FBI
Tisk:	Pracoviště 023, FBI
Náklad:	25 ks

Neprodejné